

Третьим методом определения предела прочности материала являлся метод индентирования [3], [4]. Значение искомой величины, определенное методом индентирования, составило 55 МПа (рис. 3). Для оценки степени корреляции между тремя задействованными методиками указанная величина отмечена на рис. 3 ромбическим маркером.

Как видно из результатов, приведенных на рис. 3, наблюдается корреляция между тремя примененными способами испытаний, что говорит о высокой степени достоверности результатов, получаемых методом Scratch Test. Тестовый образец цемента, изготовленный специально для отработки методики скрэтчирования, несмотря на известный состав и рецептуру, все же имеет некоторую неоднородность в поверхностном слое и в объеме материала, этим можно объяснить некоторый разброс данных, представленных на рис. 3.

Актуальность практического применения по методу Scratch Test представляется следующими аспектами:

- неразрушающий контроль кернового материала извлеченного из определенного горизонта скважины;
- многократные испытания одного и того же материала обеспечивают формирование статистически опосредованной выборки данных для получения достоверной информации о прочности материала с минимальным коэффициентом вариации;
- технические характеристики установки обеспечивают возможность исследования всех литологических образований Республики Беларусь с прочностью до 400 МПа и при диаметрах кернов в диапазоне 45–120 мм;
- конструктивные особенности установки обеспечивают возможности непрерывного мониторинга нескольких материалов в рамках одного рабочего прохода (составной керн).

Литература

1. Fjaer, E. Petroleum Related Rock Mechanics: Developments in Petroleum Science / E. Fjaer, R. M. Holt, P. Horsrud. – 2008. – 515 p.
2. McPhee, C. Core Analysis a Best Practice Guide / C. McPhee, J. Reed, I. Zubizarreta, 2015. – 829 p.
3. Способ определения предела прочности на сжатие образца горной породы : пат. BY 23260 / Степанкин И. Н., Халецкий А. В., Ткачев В. М., Гутман Р. Е. – Опубл. 30.12.2020.
4. Способ определения прочности материала : пат. RU 2721089 / Степанкин И. Н., Халецкий А. В., Ткачев В. М., Гутман Р. Е. – Опубл. 15.05.2020.

ВОДОРОД КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВИД ТОПЛИВА

Н. Ю. Дорошко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель С. Н. Бобрышева

За последние годы водород рассматривается как безграничный и экологически чистый источник энергии. Уникальные свойства этого элемента позволяют внедрять его в различные сферы жизнедеятельности человека, благодаря чему есть шанс отказаться от традиционных и небесконечных видов топлива и снизить уровень загрязнения окружающей среды. В свободном состоянии на Земле водород встречается сравнительно редко – содержится в нефтяных и горючих газах, присутствует в виде включений в некоторых минералах, но во Вселенной он очень распространен [1].

К достоинствам этого элемента можно отнести его возобновляемость, высокую удельную теплоту сгорания (140 кДж/кг) в сравнении с углем и углеводородом, высокую детонационную устойчивость при высоких температурах, а самое главное – отсутствие выхлопных загрязнений, так как в ходе реакций образуется вода или водяной пар.

Целью настоящего исследования является демонстрация водорода в качестве альтернативного вида топлива.

Прежде чем приступить к созданию водородных топливных элементов, необходимо выбрать рациональный способ его получения. На сегодняшний день существуют несколько основных способов получения водорода: из ископаемого сырья, путем электролиза воды, пиролизом органических и неорганических веществ и плазменная конверсия. Технологически освоенным методом является обработка ископаемого сырья. Это экономически выгодная технология, но ей присущи минусы: для получения чистого водорода необходимы технологии улавливания углерода (carbon capture&storage, CCS) [2]. Перспективные методы получения водорода (пиролиз, электролиз и конверсия) имеют положительные стороны: отсутствуют выбросы CO₂, водород излучается в больших количествах, присутствует возможность получения побочной продукции. Однако в то же время эти способы не выгодны в финансовом плане и плане энергозатратности. В настоящее время с большим энтузиазмом начинают осваиваться данные методы получения водорода для снижения трат и увеличения эффективности. Диапазон затрат на производство водорода различными методами предоставлен на рис. 1. Чувствительность на данном графике означает меру его реакции на уровень предлагаемой ему цены и, соответственно, его готовности совершить покупку.

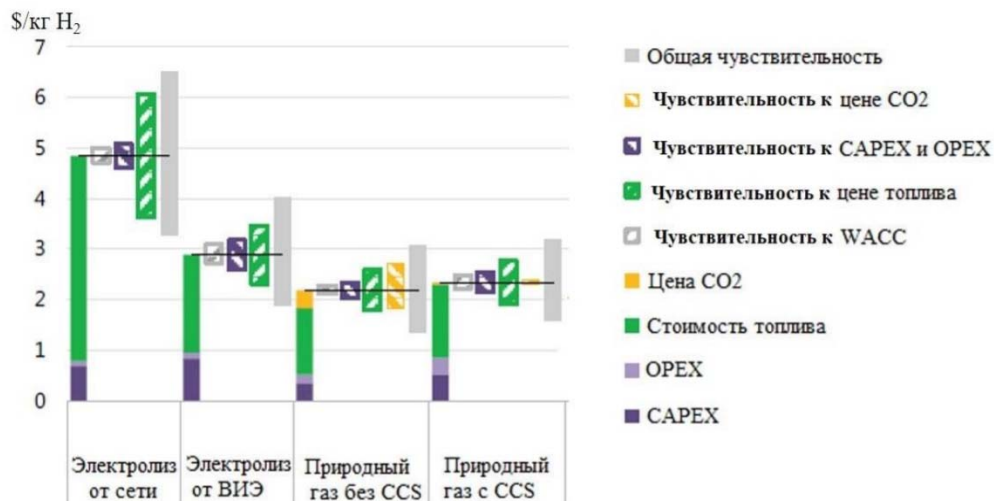


Рис. 1. Диапазон затрат на производство водорода различными методами: CAPEX и OPEX – затраты на оборудование и расходы на обеспечение работы предприятия соответственно; WACC – средневзвешенная стоимость капитала компании

После получения водорода возникает необходимость в его хранения и транспортировки, поскольку водород обладает уникальными свойствами. Существует множество способов его транспортировки в различных состояниях. Респектабельными методами являются хранение водорода в химических соединениях и в гидридном состоянии (в жидкой форме). Преимущество хранения и транспортировки водо-

рода в соединениях (аммиак, метанол, этанол и др.) заключается в том, что его можно отправлять на дальние расстояния по трубопроводу с высокой плотностью содержания. Однако в этих формах хранения водорода среда хранения используется однократно, и необходимы дорогостоящие в изготовлении баллоны для хранения. Если хранить водород в гидридной форме, то нет необходимости в громоздких баллонах и специальных сосудах, а объем системы уменьшается в 3 раза. Снижаются расходы на конверсию и сжижение водорода [4].

Водород по энергоёмкости в массе опережает все традиционные виды топлива (рис. 2). Что обуславливает высокий КПД двигателей и большое выделение тепла при сгорании?

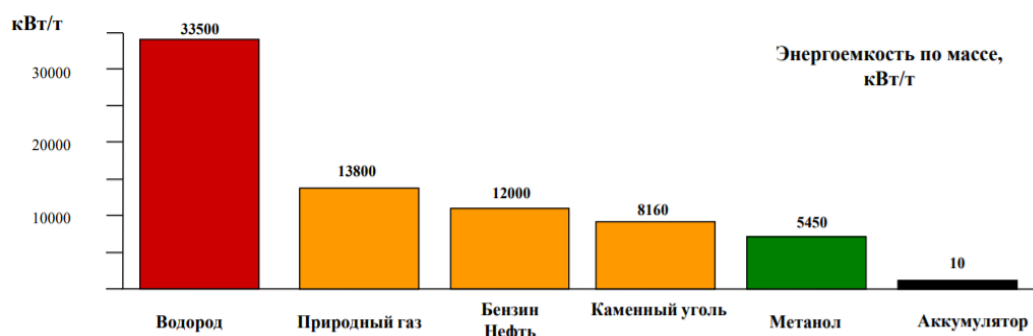


Рис. 2. Энергоёмкость различных видов топлива в массе [3]

С высокой теплопроводностью ($7,1 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$) водород внедряют в магистрали системы отопления, что позволяет уменьшить расходы природного сырья (уголь, древесина, керосин и т. п.) на отопление. Изотопы водорода используют в ракетном топливе, так как они обладают еще большей энергоёмкостью. Водород в качестве топлива используют автомобильные концерны: Honda, Toyota, Ford, Hyundai и др. В автомобильной индустрии водород особенно ценится по ряду причин: никаких токсичных выхлопов, никакого шума, высокий КПД, возобновляемость данного источника энергии. Водород – не опаснее природного газа. Он взрывается только при скоплении в закрытых местах, но в отличие от природного газа вероятность скопления водорода ничтожно мала: в силу его легкости он мгновенно поднимается в верхние слои атмосферы. Причем на разрабатываемых водородных автомобилях предусматриваются аварийные клапаны, которые в случае нарушения целостности бака открываются и спускают водород для предотвращения взрыва.

Таким образом, водород является отличным источником энергии, имеющим массу полезных свойств. Его можно использовать в различных отраслях жизнедеятельности человека, но интерес к водородным топливным элементам возрастает только тогда, когда цены на традиционные виды топлива увеличиваются. В ближайшее время будут разработаны варианты внедрения водорода как топлива, поскольку во всем мире проходят исследования по его получению, хранению и использованию.

Л и т е р а т у р а

1. Режим доступа: <https://www.chem21.info/info/1177251/>.
2. Режим доступа: https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/energo/energo_oct_2020.pdf.
3. Режим доступа: <https://www.hse.ru/data/2018/06/10/1149860616/%D0%A2%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BE%D0%B2%20%D0%91.%D0%92.pdf>.
4. Режим доступа: https://studme.org/152661/tehnika/gidridnaya_sistema_hraneniya_vodoroda.